

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

16.08.2004

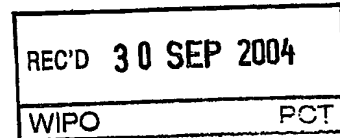
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 9月 5日

出願番号  
Application Number: 特願2003-314283  
[ST. 10/C]: [JP2003-314283]

出願人  
Applicant(s): 日産自動車株式会社

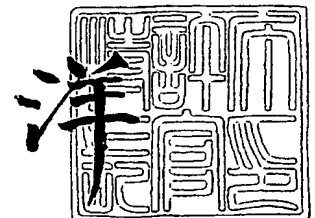


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 NM02-02499  
【提出日】 平成15年 9月 5日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01M 8/04  
H01M 8/10

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内  
【氏名】 橋ヶ谷 浩昭

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内  
【氏名】 鈴木 敬介

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内  
【氏名】 上原 哲也

【特許出願人】  
【識別番号】 000003997  
【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100075513  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 後藤 政喜

【選任した代理人】  
【識別番号】 100084537  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 松田 嘉夫

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 019839  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9706786

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

電解質膜の両面に電極を配置することにより構成した電極層と、  
前記電極層に対峙する面に反応ガスを流通する反応ガス流路を有し、前記電極を外側から挟持する導電性の多孔質体と、  
前記多孔質体を介して前記反応ガス流路を流通する反応ガスを加湿する加湿水を流通する加湿水流路と、を有する燃料電池を備え、  
さらに、前記燃料電池への加湿水の導入部、または、前記燃料電池からの加湿水の排出部の少なくとも一方における加湿水の圧力と、前記燃料電池の負荷に応じて反応ガスの目標ガス圧力を算出する目標ガス圧力算出手段と、  
前記目標ガス圧力に応じて反応ガスの圧力を調整するガス圧力調整手段と、を備えることを特徴とする燃料電池システム。

**【請求項 2】**

前記反応ガス流路内の反応ガスの流れと前記加湿水流路内の加湿水の流れが、互いに略対峙するように構成し、  
加湿水の前記燃料電池への導入部圧力と、反応ガスの前記燃料電池からの排出部圧力との圧力差と、  
加湿水の前記燃料電池からの排出部圧力と、反応ガスの前記燃料電池への導入部圧力との圧力差と、  
前記多孔質体の諸元に基づいた反応ガスと加湿水の圧力差許容範囲と、に応じて、  
前記目標ガス圧力の制限を設定する目標ガス圧力制限手段と、を備える請求項 1 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 3】**

前記目標ガス圧力算出手段は、反応ガスの前記燃料電池への導入部における目標ガス圧力を算出する目標ガス導入圧力算出手段であり、  
前記目標ガス圧力制限手段は、加湿水の前記燃料電池への導入部圧力と、前記圧力差許容範囲と、前記燃料電池の負荷に基づいた反応ガスの圧力損失と、から目標ガス圧力の下限値を、  
加湿水の前記燃料電池からの排出部圧力と、前記圧力差許容範囲と、から目標ガス圧力の上限値を算出する請求項 2 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 4】**

前記目標ガス圧力算出手段は、反応ガスの前記燃料電池からの排出部における目標ガス圧力を算出する目標ガス排出圧力算出手段であり、  
前記目標ガス圧力制限手段は、加湿水の前記燃料電池への導入部圧力と、前記圧力差許容範囲と、から目標ガス圧力の下限値を、  
加湿水の前記燃料電池からの排出部圧力と、前記圧力差許容範囲と、前記燃料電池の負荷に基づいた反応ガスの圧力損失と、から目標ガス圧力の上限値を、算出する請求項 3 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 5】**

前記下限値が前記上限値を上回った場合は、前記上限値を目標ガス圧力とする請求項 3 または 4 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 6】**

前記下限値を算出する際に、前記圧力差許容範囲として用いる値を、前記燃料電池における加湿過剰限界圧力差とする請求項 3 または 4 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 7】**

前記上限値を算出する際に、前記圧力差許容範囲として用いる値を、前記燃料電池における加湿不足限界圧力差とする請求項 3 または 4 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 8】**

加湿水の前記燃料電池への導入部または前記燃料電池からの排出部のうち一方の圧力と、前記燃料電池の運転状態とから、他方の圧力を推定する請求項 3 または 4 に記載の燃料

電池システム。

【請求項 9】

反応ガスの前記燃料電池への導入部または前記燃料電池からの排出部のうち一方の圧力と、前記燃料電池の運転状態とから、他方の圧力を推定する請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

前記燃料電池の運転状態を、前記燃料電池の負荷に基づいた圧力損失とする請求項 8 または 9 に記載の燃料電池システム。

【請求項 11】

加湿水の流量を前記燃料電池の負荷に応じて制御する加湿水流量調整手段と、  
前記燃料電池の負荷に応じた反応ガス圧力の変化速度に合わせて、加湿水の流量変化に制限を加える加湿水変動制限手段と、を備える請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 12】

前記目標ガス圧力算出手段により、前記燃料電池からの加湿水の排出部における加湿水の圧力と、前記燃料電池の負荷に応じて反応ガスの目標ガス圧力を算出し、

前記ガス圧力調整手段により、前記目標ガス圧力に応じて、前記燃料電池への反応ガスの導入部における反応ガスの圧力を調整する請求項 1 に記載の燃料電池システム。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】燃料電池システム

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、燃料電池システムに関する。特に、燃料電池に供給する反応ガスの圧力制御に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の燃料電池システムとして、純水流路を流通する純水により、反応ガスの加湿および燃料電池の冷却を行うものが知られている。

## 【0003】

例えば、燃料電池のプロトン交換膜の一方の面に、燃料ガスを流通させる流路を持った加湿水透過体で構成したセパレータで燃料極を構成する。プロトン交換膜の他方の面に、酸化剤ガスを流通する流路を持った加湿水透過体で構成したセパレータで酸化剤極を構成する。加湿水透過体のガスとは反対側に、加湿と冷却を担う純水流路を設け、加湿水透過体を透過する水分で、酸化剤ガスと燃料ガスを加湿する。加湿用純水と、酸化剤ガスや燃料ガスと、の差圧を制御することにより反応ガスの加湿の度合いを適切に保っている（例えば、特許文献1、参照。）。

【特許文献1】特開平8-250130号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、実際の燃料電池では、運転状態に応じて反応ガス流路および加湿純水流路内に圧力分布が生じる。従って、燃料電池に供給する純水と反応ガスの圧力差を設定するだけではガスの加湿を良好に行うのは困難である。また、圧力分布により差圧が過大／過小の部位があると、その部分における加湿が不適切になり、燃料電池内部での加湿不足による効率低下、また、加湿過剰によるフラッドイングの発生による発電不良が生じるという問題があった。

## 【0005】

そこで本発明は、上記の問題を鑑みて、反応ガスの加湿を適切に行うことができる内部加湿型の燃料電池を備えた燃料電池制御システムを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、電解質膜の両面に電極を配置することにより構成した電極層と、前記電極層に対峙する面に反応ガスを流通する反応ガス流路を有し、前記電極を外側から挟持する導電性の多孔質体と、前記多孔質体を介して前記反応ガス流路を流通する反応ガスを加湿する加湿水を流通する加湿水流路と、を有する燃料電池を備える。さらに、さらに、前記燃料電池への加湿水の導入部、または、前記燃料電池からの加湿水の排出部の少なくとも一方における加湿水の圧力と、前記燃料電池の負荷に応じて反応ガスの目標ガス圧力を算出する目標ガス圧力算出手段と、前記目標ガス圧力に応じて反応ガスの圧力を調整するガス圧力調整手段と、を備える。

## 【発明の効果】

## 【0007】

燃料電池への加湿水の導入部、または、燃料電池からの加湿水の排出部の少なくとも一方における加湿水の圧力と、燃料電池の負荷に応じて反応ガスの目標ガス圧力を算出する。これにより、様々な運転圧力において、燃料電池の加湿度合いを所望の範囲に制御できる。その結果、反応ガスの加湿を適切に行うことができる内部加湿型の燃料電池を備えた燃料電池制御システムを提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0008】

第1の実施形態に用いる燃料電池システムの構成を図1に示す。

【0009】

燃料電池1に、酸化剤ガスとしての空気が流通されるカソード1c、燃料ガスとしての水素が流通されるアノード1a、加湿および冷却を行う純水が流通する純水流路1bを備える。燃料電池1内の各流路1a、1c、1bを、空気および水素を略平行に、純水をそれに略対向して流れるように構成する。また、カソード1cの入口側の圧力（以下、空気入口圧力 $P_{Ai}$ ）を測定する空気入口圧力センサ2a、純水流路1bの出口側圧力（以下、純水出口圧力 $P_{Wo}$ ）を測定する純水出口圧力センサ3a、アノード1aの入口側の圧力（以下、水素入口圧力 $P_{Hi}$ ）を測定する水素入口圧力センサ4aを備える。また、カソード1cの下流側に備え、カソード1c内の空気圧力 $P_A$ を調整する空気圧力制御弁5を備える。また、アノード1aの下流側に備え、アノード1a内の水素圧力 $P_H$ を調整する水素圧力制御弁6を備える。さらに、純水流路1bに純水を供給する純水ポンプ7と、純水流路1bに流通させる純水を貯水する純水タンク8を備える。さらに、純水圧力 $P_W$ を調整する純水圧力設定用オリフィス9を備える。

【0010】

また、コンプレッサ等の図示しない空気供給手段により圧送された空気をカソード1cに流通する空気配管10を備える。また、純水を、純水タンク8から純水ポンプ7を介して純水流路1bに流通させ、さらに、純水流路1bにおいて加湿に用いられずに排出された純水を純水タンク8に回収する純水配管11を備える。また、燃料ポンプ等の図示しない燃料供給手段により水素をアノード1aに流通する水素配管12を備える。

【0011】

このような燃料電池システムを制御するコントローラ13を備える。ここでは、空気入口圧力センサ2a、純水出口圧力センサ3a、水素入口圧力センサ4aの測定結果を用いて、空気圧力制御弁5、水素圧力制御弁6、および、純水ポンプ7を調整することにより、燃料電池1内の反応ガスと加湿水の圧力差、ひいては、反応ガスの加湿量を調整する。

【0012】

カソード1c、アノード1aに供給された空気および水素を用いて発電を行うには、燃料電池1に備えた電解質膜が加湿されている必要がある。ここでは空気および水素を加湿することにより電解質膜を加湿する。なお、空気および水素の一方を加湿することにより電解質膜を加湿してもよい。また、発電に伴って燃料電池1では熱が生じるので、運転に適した温度に維持するために燃料電池1の冷却を行う必要がある。このような反応ガスの加湿、および燃料電池1の冷却を行うために、燃料電池1の純水流路1bに純水を流通させる。ここでは、純水タンク8から純水ポンプ7を用いて純水流路1bに純水を供給する。ここで、純水の一部は反応ガスの加湿に用いられる。加湿に用いられなかった純水は、燃料電池1において熱交換を行ってから、純水圧力設定用の純水圧力設定オリフィス9を経て純水タンク8に回収される。

【0013】

次に、燃料電池1内における加湿作用について、図2、図3を用いて説明する。図2は、燃料電池1の一部を拡大して図示したものである。

【0014】

燃料電池1を、複数の燃料電池セルを積層することにより構成する。ここでは、燃料電池セルを、膜電極接合体111と、アノード1aに相当する加湿水透過体112a、カソード1cに相当する加湿水透過体112cから構成する。膜電極接合体111を、触媒層、ガス拡散層とからなる電極により固体高分子電解質膜を挟持することにより構成する。また、加湿水透過体112を、導電性の多孔質体により構成する。

【0015】

加湿水透過体112aには、膜電極接合体111に対峙する面に、水素が流通する水素流路116を形成する。また、加湿水透過体112cには、膜電極接合体111に対峙する面に、空気が流通する空気流路115を形成する。さらに、加湿水透過体112cの空気流路115を形成した反対の面には、純水流路1bに相当する純水流路117を形成す

る。このような燃料電池セルを複数積層することにより燃料電池 1 を構成する。

#### 【0016】

次に、純水流路 117 を中心に見た場合の概略を図 3 に示す。なお、図 3 には、図 2 に示した各流路 115、116、117 の、ガスおよび純水の流通方向に沿った断面を示す。

#### 【0017】

純水流路 117 に、加湿水透過体 112c を介して空気流路 115 を隣接して構成する。図 3 では、純水流路 117 の上に加湿水透過体 112c を介して空気流路 115 を示す。また、純水流路 117 に、加湿水透過体 112a を介して水素流路 116 を隣接して構成する。図 3 では、純水流路 117 の下に加湿水透過体 112a を介して水素流路 116 を示す。純水流路 117 内を流れる純水に略対峙して、空気流路 115 に空気を流通させる。また、純水流路 117 内を流れる純水に略対峙して、水素流路 116 に水素を流通させる。

#### 【0018】

純水流路 117 を流れる純水は、加湿水透過体 112c を透過して空気 115 表面に到達する。例えば、加湿水透過体 112c を多孔質プレート等で構成した場合には、毛細管現象により純水流路 117 を流れる純水が、空気流路 115 表面に達する。ここで、燃料電池 1 へはドライ状態で空気が供給されるので、空気流路 115 表面に達した純水が蒸発して空気が加湿される。また、燃料電池 1 における反応 ( $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ 、 $1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ) に伴い、カソード 1c には生成水が発生する。空気の相対湿度が 100% に達して凝縮水が生じた場合には、凝縮水は加湿水透過体 112c に吸収され、さらに純水流路 117 に浸透し、ここを流れる純水と一緒に燃料電池 1 から排出される。なお、この場合には、空気流路 115 と純水流路 117 には所定の圧力差を生じさせる必要がある。

#### 【0019】

また、アノード 1a では生成水は発生しないが、水素流路 116 の上流で加湿水透過体 112a を介して純水流路 117 を流れる純水の供給を受けて加湿された水素が、発電に伴って消費されることで、水分が徐々に凝縮する。凝縮した水分は、加湿水透過体 112c を介して純水流路 117 に浸透し、ここを流れる純水と一緒に燃料電池 1 から排出される。この場合にも、水素流路 116 と純水流路 117 には所定の圧力差を生じさせる必要がある。

#### 【0020】

このように、純水と空気、水素は、加湿水透過体 112 を介して水分のやり取りを行う。このとき、発電反応や加湿による物質量的変化により各流路内では圧力分布が生じている。そのため、良好な水分の交換を行うために、純水と空気、水素の差圧は、その流路全域について所定の差圧許容範囲内に制御する必要がある。しかしながら、各流路 115、116、117 内の全領域の圧力差を検討することは困難である。そこで、流路 115、116、117 の入口側と出口側の純水と空気、水素との差圧を許容差圧範囲  $P_{lim}$  に設定することにより、各流路 115、116、117 の全領域における圧力差が良好であることを推測する。言い換えれば、燃料電池 1 内の良好な水分交換を維持するために、流路 115、116、117 の入口と出口における純水と空気、水素の差圧を制御する。なお、ここでは、純水の入口側は空気および水素における出口側、純水の出口側は空気および水素における入口側に隣接する。

#### 【0021】

ここで、反応ガス（空気または水素）と純水の圧力差許容範囲  $P_{lim}$  について説明する。

#### 【0022】

加湿水圧力  $P_w$  とガス圧力  $P_g$  の圧力差 ( $= P_g - P_w$ ) の最小値  $\Delta P_{min}$  を、反応ガスの過剰加湿限界圧力差とする。つまり、ガス圧力  $P_g$  に対して加湿水圧力  $P_w$  がそれ以上大きくなったらガス流路（115、116）内に凝縮水が生じる可能性がある判断される圧

力差とする。また、加湿水圧力  $P_W$  とガス圧力  $P_G$  の圧力差 ( $=P_G - P_W$ ) の最大値  $\Delta P_{max}$  を、反応ガスの加湿不足限界圧力差とする。つまり、ガス圧力  $P_G$  に対して加湿水圧力  $P_W$  がそれ以上小さくなったら、加湿水がガス流路 (115、116) まで到達しない可能性があると判断される圧力差とする。例えば、反応ガスが純水流路 117 中に流入する可能性があると判断される圧力差とする。ガス流路 (115、116) と加湿水流路 117 の圧力差が、 $\Delta P_{min}$  以上、 $\Delta P_{max}$  以下となるように圧力調整を行うことで、反応ガスの適切な加湿を行うことができる。

#### 【0023】

次に、圧力差が上述した圧力差許容範囲  $P_{lim}$  内となるような反応ガスの圧力  $P_G$  の条件を求める。

#### 【0024】

反応ガスの入口圧力 (以下、ガス入口圧力)  $P_{Gi}$  と純水出口圧力  $P_{Wo}$  の圧力差 ( $=P_{Gi} - P_{Wo}$ )、および、ガス出口圧力  $P_{Go}$  と純水入口圧力  $P_{Wi}$  の圧力差 ( $=P_{Go} - P_{Wi}$ ) を圧力差許容範囲  $P_{lim}$  にする必要がある。

#### 【0025】

ここで、燃料電池 1 内における純水の、発電量に応じた圧力損失  $\Delta P_W$ 、燃料電池 1 内におけるガスの、発電量に応じた圧力損失  $\Delta P_G$  を用いて、入口または出口圧力のうち測定が行われていない方の圧力を推定することができる。つまり、 $P_{Wo} = P_{Wi} - \Delta P_W$ 、 $P_{Go} = P_{Gi} - \Delta P_G$  と推定することができる。

#### 【0026】

よって、圧力差  $P_{Gi} - P_{Wo}$  は、

$$\Delta P_{min} \leq P_{Gi} - P_{Wo} \leq \Delta P_{max}$$

$$\therefore P_{Wo} + \Delta P_{min} \leq P_{Gi} \leq P_{Wo} + \Delta P_{max} \dots (式1)$$

と展開することができる。

#### 【0027】

また、圧力差  $P_{Go} - P_{Wi}$  は、

$$\Delta P_{min} \leq P_{Go} - P_{Wi} \leq \Delta P_{max}$$

$$\therefore P_{Wi} + \Delta P_{min} + \Delta P_G \leq P_{Gi} \leq P_{Wi} + \Delta P_{max} + \Delta P_{min} \dots (式2)$$

と、展開することができる。

#### 【0028】

(式1)、(式2) それぞれの上限と下限の大小を比較すると、ガス入口圧力  $P_{Gi}$  が以下の制限範囲以内の場合に、純水とガスの入口および出口における差圧がそれぞれ許容差圧範囲内となる。つまり、

$$P_{Wi} + \Delta P_{max} + \Delta P_G \leq P_{Gi} \leq P_{Wo} + \Delta P_{max}$$

となる。よって、ガス入口圧力  $P_{Gi}$  の上限値  $P_{GiU}$  は  $P_{Wo} + \Delta P_{max}$ 、下限値  $P_{GiL}$  は、 $P_{Wi} + \Delta P_{min} + \Delta P_G$  となる。ここで、 $P_{Wi} = P_{Wo} + \Delta P_W$  なので、下限値  $P_{GiL}$  を  $P_{Wo} + \Delta P_{min} + \Delta P_G + \Delta P_W$  としてもよい。

#### 【0029】

ガス入口圧力  $P_{Gi}$  を、上述したような下限および上限値内となるように制御することで加湿水と反応ガスの圧力差を適切に設定することができ、ひいては、適切な加湿を行うことができる。

#### 【0030】

次に、上述したような圧力差を実現するための制御方法について説明する。図4にガス圧力制御方法のブロック図を示す。ここでは、図4にコントローラ 13 で行う制御を示す。

#### 【0031】

ここでは、圧力制御を行うための算出部として、目標ガス圧力設定部 13-1、水素圧力損失推定部 13-2、純水圧力損失推定部 13-3、空気圧力損失推定部 13-4 を備える。さらに、目標水素圧力上限下限設定部 13-5、目標空気圧力上限下限設定部 13-6、目標水素圧力設定部 13-7、目標空気圧力設定部 13-8、目標純水ポンプ回転

数設定部 13-9 を備える。

【0032】

ここでは、目標取り出し電流  $I_t$  に応じて予め燃料電池 1 を適した温度に維持するのに必要な純水流量、ひいては純水ポンプ 7 の目標回転数  $R_t$  を設定し、図 5 に示すようなマップとして記憶しておく。図示しない目標取り出し電流設定部の出力である目標取り出し電流  $I_t$  を図 5 のマップに用いることにより目標純水ポンプ回転数  $R_t$  を算出し、純水ポンプ 7 を調整する (13-9)。または、ガス圧力制御のフローにおいて、後述するステップ S 140 の後に、純水ポンプ 7 の負荷を設定してもよい。つまり、ステップ S 150 において計測する純水出口圧力  $P_{w0}$  は、目標取り出し電流  $I_t$  に応じた純水流量に設定したときの圧力とする。

【0033】

ガス圧力制御の流れを、図 6 に示したフローチャートを用いて説明する。本フローは、運転開始後、所定時間毎に繰り返し行う。または、目標取り出し電流  $I_t$  に所定値より大きな、例えば 0 より大きな変化があった場合に行う。

【0034】

ステップ S 100 において、図示しない目標取り出し電流設定部の出力である目標取り出し電流  $I_t$  を読み込む。ステップ S 110 において、目標取り出し電流  $I_t$  から目標ガス圧力  $P_{t0}$  を設定する (13-1)。ここでは、図 9 に示すような目標取り出し電流  $I_t$  に対する目標ガス圧力  $P_{t0}$  のマップを予め記憶しておき、これを用いることにより、燃料電池 1 の目標ガス圧力  $P_{t0}$  を求める。つまり、燃料電池 1 の負荷に応じて反応ガスの目標ガス圧力  $P_{t0}$  を設定する。

【0035】

ステップ S 120 において、目標取り出し電流  $I_t$  に応じて燃料電池 1 での水素の圧力損失  $\Delta P_H$  を求める (13-2)。つまり、燃料電池 1 内での発電により水素消費されることにより低下した圧力  $\Delta P_H$  を求める。ここでは、図 10 に示すような目標取り出し電流  $I_t$  に対する水素の圧力損失  $\Delta P_H$  のマップを予め記憶しておき、これを用いることにより、燃料電池 1 での水素の圧力損失  $\Delta P_H$  を求める。

【0036】

ステップ S 130 において、目標取り出し電流  $I_t$  に応じて燃料電池 1 での純水の圧力損失  $\Delta P_W$  を求める (13-3)。つまり、燃料電池 1 の加湿および冷却により低下した圧力  $\Delta P_W$  を求める。ここでは、図 11 に示すような目標取り出し電流  $I_t$  に対する純水の圧力損失  $\Delta P_W$  のマップを予め記憶しておき、これを用いることにより、燃料電池 1 での純水の圧力損失  $\Delta P_W$  を求める。

【0037】

ステップ S 140 において、目標取り出し電流  $I_t$  に応じて燃料電池 1 での空気の圧力損失  $\Delta P_A$  を求める (13-4)。つまり、燃料電池 1 内での発電により酸素消費されることにより低下した圧力  $\Delta P_A$  を求める。ここでは、図 12 に示すような目標取り出し電流  $I_t$  に対する空気の圧力損失  $\Delta P_A$  のマップを予め記憶しておき、これを用いることにより、燃料電池 1 での空気の圧力損失  $\Delta P_A$  を求める。

【0038】

ステップ S 150 において、燃料電池 1 からの純水出口圧力  $P_{w0}$  を検出する純水出口圧力センサ 3a の出力を読み込む。ステップ S 160 において、目標水素入口圧力  $P_{hti}$  の上限値  $P_{hiu}$ 、下限値  $P_{hil}$  を算出する (13-5)。ここでは、上述したように求めた式に従って上限値  $P_{hiu}$ 、下限値  $P_{hil}$  を算出する。ここでは、測定誤差、制御誤差を考慮して、

$$P_{hiu} = P_{w0} - \text{センサ誤差} + \Delta P_{\max} - \text{水素圧力制御誤差}$$

$$P_{hil} = P_{w0} + \text{センサ誤差} + \Delta P_{\min} + \Delta P_H + \Delta P_W + \text{水素圧力制御誤差}$$

と、表すことができる。

【0039】

さらに、ステップ S 170 において、目標空気入口圧力  $P_{ati}$  の上限値  $P_{aiu}$ 、下限値  $P$

$P_{Ail}$ を算出する(13-6)。ここでは、水素と同様に、

$P_{Aiu} = P_{W0} - \text{センサ誤差} + \Delta P_{\max} - \text{空気圧力制御誤差}$

$P_{Ail} = P_{W0} + \text{センサ誤差} + \Delta P_{\min} + \Delta P_A + \Delta P_W + \text{空気圧力制御誤差}$

と、示すことができる。

#### 【0040】

次に、ステップS180において、目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ を設定する(13-7)。ここでは、図7に示すようなフローを用いて目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ を設定する。

#### 【0041】

ステップS181において、ステップS110で求めた目標ガス圧力 $P_{t0}$ を読み込む。ステップS182において、ステップS160で求めた目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ の上限値 $P_{Hiu}$ 、下限値 $P_{Hil}$ を読み込む。ステップS183において、目標水素圧力 $P_{Ht}$ 、ここでは目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ に目標ガス圧力 $P_{t0}$ を設定する。つまり、 $P_{Hti} = P_{t0}$ 。

#### 【0042】

次に、ステップS184において、目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ が下限値 $P_{Hil}$ より小さいか否かを判断する。目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ が下限値 $P_{Hil}$ より小さい場合には、ステップS185に進み、目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ に下限値 $P_{Hil}$ を設定する。つまり、 $P_{Hti} = P_{Hil}$ 。

#### 【0043】

目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ が下限値 $P_{Hil}$ 以上の場合、または、ステップS185において目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ を設定したら、ステップS186に進む。ステップS186において、目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ が上限値 $P_{Hiu}$ より大きいと判断する。目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ が上限値 $P_{Hiu}$ より大きい場合には、ステップS187に進み、目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ に上限値 $P_{Hiu}$ を設定する。つまり、 $P_{Hti} = P_{Hiu}$ 。例えば下限値 $P_{Hil}$ が上限値 $P_{Hiu}$ より大きい場合には、上限値 $P_{Hiu}$ を目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ に設定する。

#### 【0044】

上述したように制御することにより、目標ガス圧力 $P_{t0}$ が制限範囲以内、つまり、 $P_{Hil} \leq P_{t0} \leq P_{Hiu}$ の場合には、目標水素入口圧力 $P_{Hti} = P_{t0}$ と設定する。制限範囲より大きい場合、つまり、 $P_{t0} > P_{Hiu}$ の場合には、目標水素入口圧力 $P_{Hti} = P_{Hiu}$ と設定する。制限範囲より小さい場合、つまり、 $P_{t0} < P_{Hil}$ の場合には、目標水素入口圧力 $P_{Hti} = P_{Hil}$ と設定する。

#### 【0045】

このように、目標水素入口圧力 $P_{Hti}$ を設定したら、ステップS190に進む。ステップS190において、目標空気圧力 $P_{At}$ 、ここでは目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ を設定する(13-8)。図8に示すようなフローを用いて目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ を設定する。なお、図8のフローは、図7に示したフローにおいて、水素圧力を空気圧力に置き換えたものである。以下、簡単に説明する。

#### 【0046】

ステップS191において、ステップS110で求めた目標ガス圧力 $P_{t0}$ を読み込み、ステップS192において、ステップS170で求めた目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ の上限値 $P_{Aiu}$ 、下限値 $P_{Ail}$ を読み込む。ステップS193では、目標空気圧力 $P_{At}$ 、ここでは目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ に、目標ガス圧力 $P_{t0}$ を設定する( $P_{Ati} = P_{t0}$ )。

#### 【0047】

ステップS194において、目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ が下限値 $P_{Ail}$ より小さいか否かを判断し、小さい場合にはステップS195において、目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ に下限値 $P_{Ail}$ を設定する。つまり、 $P_{Ati} = P_{Ail}$ 。

#### 【0048】

次に、ステップS196において、目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ が上限値 $P_{Aiu}$ より大きいと判断し、大きい場合にはステップS197において、目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ に上限値 $P_{Aiu}$ を設定する。つまり、 $P_{Ati} = P_{Aiu}$ 。以上のように、目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ を設定する。

## 【0049】

上述したように制御することにより、目標ガス圧力 $P_{t0}$ が許容範囲以内、つまり、 $P_{Ail} \leq P_{t0} \leq P_{Aiu}$ の場合には、目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ =目標ガス圧力 $P_{t0}$ と設定する。許容範囲より大きい場合、つまり、 $P_{t0} > P_{Aiu}$ の場合には、目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ =上限値 $P_{Aiu}$ と設定する。許容範囲より小さい場合、つまり、 $P_{t0} < P_{Ail}$ の場合には、目標空気入口圧力 $P_{Ati}$ =下限値 $P_{Ail}$ と設定する。

## 【0050】

これにより、水素および空気の圧力を設定し、水素入口圧力センサ4a、空気入口圧力センサ2aがこの設定値 $P_{hti}$ 、 $P_{ati}$ となるように水素圧力制御弁6、空気圧力制御弁5を調整する。ここでは、空気入口圧力センサ2a、水素入口圧力センサ4aをモニタすることにより、カソード1cおよびアノード1aの圧力を所望の圧力に調整する。

## 【0051】

なお、図10、図12に示すマップは、水素や空気以外、例えば水蒸気などの混入量に応じて補正してもよい。

## 【0052】

また、本実施形態では、反応ガスの入口側の圧力 $P_{Gi}$  ( $P_{Hi}$ 、 $P_{Ai}$ )を制御するために目標ガス入口圧力 $P_{Gti}$  ( $P_{hti}$ 、 $P_{ati}$ )を求めているがこの限りではない。例えば、目標ガス出口圧力 $P_{Gto}$  ( $P_{hto}$ 、 $P_{ato}$ )を求めて、反応ガスの出口側の圧力 $P_{Go}$  ( $P_{Ho}$ 、 $P_{Ao}$ )を制御してもよい。この場合には、ガス出口圧力 $P_{Go}$ の制限範囲を求める必要があり、上限値 $P_{Gou}$ 、下限値 $P_{Gol}$ は、

$$P_{Gou} = P_{wo} - \text{センサ誤差} + \Delta P_{\max} - \Delta P_G - \text{ガス圧力制御誤差}$$

$$P_{Gol} = P_{wo} + \text{センサ誤差} + \Delta P_{\min} + \Delta P_W + \text{ガス圧力制御誤差}$$

と、求めることができる。

## 【0053】

また、純水出口圧力 $P_{wo}$ を測定しているが、純水入口圧力 $P_{wi}$ の測定値を用いてもよい。この場合には、各式に $P_{wo} = P_{wi} - \Delta P_W$ を代入した式により、同様に制御することができる。

## 【0054】

さらに、目標取り出し電流 $I_t$ に応じて目標ガス圧力 $P_{t0}$ を算出しているが、この限りではない。例えば、燃料電池1に対する目標発電量や、燃料電池1の発電量、運転状態等、燃料電池1の負荷に応じて求めることができる。

## 【0055】

次に、本実施形態の効果について説明する。

## 【0056】

電解質膜の両面に電極を配置することにより構成した膜電極接合体111と、膜電極接合体111に対峙する面に反応ガスを流通するガス流路115、116を有し、膜電極接合体111を外側から挟持する導電性の加湿水透過体112と、加湿水透過体112を介してガス流路115、116を流通する反応ガスを加湿する純水を流通する純水流路117と、を有する燃料電池1を備える。さらに、燃料電池1への加湿水の導入部または排出部の少なくとも一方における加湿水の圧力と、燃料電池1の負荷と、に応じて反応ガスの目標ガス圧力 $P_{Gt}$ を算出する目標ガス圧力算出手段(13-7、13-8)と、目標ガス圧力 $P_{Gt}$ に応じて反応ガスの圧力を調整する純水ポンプ7を備える。ここでは、燃料電池1からの加湿水の排出部の加湿水圧力を検出する純水出口圧力センサ3aを備える。また、燃料電池1の負荷として、例えば図示しない制御手段により運転状態より算出した目標取り出し電流 $I_t$ を用いる。このように、燃料電池1の負荷と、純水圧力に応じて反応ガスの目標ガス圧力 $P_{Gt}$ を算出することで、様々な運転圧力において、燃料電池1の加湿度合いを所望の範囲に制御できる。

## 【0057】

また、ガス流路115、116内の反応ガスの流れと純水流路117内の加湿水の流れが、互いに略対峙するように構成する。加湿水の燃料電池1への純水入口圧力 $P_{wi}$ と、反

応ガスの燃料電池 1 からのガス出口圧力  $P_{Go}$  との圧力差 ( $P_{Go} - P_{Wi}$ ) と、加湿水の燃料電池 1 からの純水出口圧力  $P_{Wo}$  と、反応ガスの燃料電池 1 へのガス入口圧力  $P_{Gi}$  との圧力差 ( $P_{Gi} - P_{Wo}$ ) と、加湿水透過体 112 の諸元に基づいた反応ガスと加湿水の圧力差許容範囲  $P_{lim}$  と、に応じて、目標ガス圧力  $P_{Gt}$  の制限を設定する目標ガス圧力制限手段 (13-5、13-6) を備える。このように、入口部分と出口部分の反応ガスと純水の圧力差に応じて、反応ガスの圧力制限を行うことで、ガス流路 115、116 全体に渡って加湿状態を設定することができる。そのため、様々な運転圧力において、燃料電池 1 の加湿度合いを所望の範囲に制御できる。

#### 【0058】

ここでは、目標ガス圧力算出手段を、反応ガスの燃料電池 1 への導入部における目標ガス圧力  $P_{Gti}$  を算出する目標ガス導入圧力算出手段とする。目標ガス圧力制限手段 (13-5、13-6) は、加湿水の燃料電池 1 への純水入口圧力  $P_{Wi}$  と、圧力差許容範囲  $P_{lim}$  と、燃料電池 1 の負荷 (目標取り出し電流  $I_t$ ) に基づいた反応ガスの圧力損失  $\Delta P_G$  と、から目標ガス圧力の下限值  $P_{Gil}$  を、加湿水の燃料電池 1 からの純水出口圧力  $P_{Wo}$  と、圧力差許容範囲  $P_{lim}$  と、から目標ガス圧力の上限值  $P_{Giu}$  を算出する。これにより、ガス入口圧力  $P_{Gi}$  を調整することにより、ガス流路 115、116 内の加湿状態を制御する燃料電池 1 において、目標反応ガス圧力  $P_{Gti}$  の上限および下限制限を容易に行うことができる。

#### 【0059】

または、目標ガス圧力算出手段は、反応ガスの前記燃料電池 1 からの排出部における目標ガス圧力  $P_{Gto}$  を算出する目標ガス排出圧力算出手段としてもよい。この場合には、目標ガス圧力制限手段は、純水出口圧力  $P_{Wi}$  と、圧力差許容範囲  $P_{lim}$  と、から目標ガス圧力の下限值  $P_{Goi}$  を、純水出口圧力  $P_{Wo}$  と、圧力差許容範囲  $P_{lim}$  と、燃料電池 1 の負荷 (目標取り出し電流  $I_t$ ) に基づいた反応ガスの圧力損失  $\Delta P_G$  と、から目標ガス圧力の上限值  $P_{Gou}$  を、算出する。これにより、ガス出口圧力  $P_{Go}$  を調整することにより、ガス流路 115、116 内の加湿状態を制御する燃料電池 1 において、目標反応ガス圧力  $P_{Gto}$  の上限および下限制限を容易に行うことができる。

#### 【0060】

なお、下限値  $P_{Gil}$ 、 $P_{Goi}$  が上限値  $P_{Giu}$ 、 $P_{Gou}$  を上回った場合は、上限値  $P_{Giu}$ 、 $P_{Gou}$  を目標ガス圧力  $P_{Gti}$ 、 $P_{Gto}$  とする。これにより、いかなる場合でも、加湿水透過体 112 を介して反応ガスが純水流路 117 に浸透することなく燃料電池 1 を運転することができる。

#### 【0061】

下限値  $P_{Gil}$ 、 $P_{Goi}$  を算出する際に、圧力差許容範囲  $P_{lim}$  として用いる値を、燃料電池 1 における加湿過剰限界圧力差  $P_{min}$  とする。これにより、反応ガスの過剰な加湿によりフラディングが生じるのを抑制することができる。このとき、予めオフラインで計測できるパラメータを使用することができるので、簡単に実施することができる。

#### 【0062】

上限値  $P_{Giu}$ 、 $P_{Gou}$  を算出する際に、圧力差許容範囲  $P_{lim}$  として用いる値を、燃料電池 1 における加湿不足限界圧力差  $P_{max}$  とする。これにより、予めオフラインで計測することができるパラメータを使用することができるので、簡単に実施することができる。また、反応ガスの乾燥に伴う電解質膜の乾燥による、燃料電池 1 の発電効率低下を抑制することができる。

#### 【0063】

加湿水の燃料電池 1 への導入部または燃料電池 1 からの排出部のうち一方の圧力と、燃料電池 1 の運転状態とから、他方の圧力を推定する。ここでは、例えば、加湿水の燃料電池 1 からの排出部の圧力  $P_{Wo}$  と燃料電池 1 の運転状態 ( $\Delta P_W$ ) とから、加湿水の燃料電池 1 への導入部の圧力  $P_{Wi}$  を推定する。つまり、 $P_{Wo} = P_{Wi} - \Delta P_W$ 。これにより、測定する必要のある加湿水圧力を半減することができ、ひいては、圧力センサ等の検出手段を半減することができるので、低コスト化することができる。なお、加湿水の流量は燃料電池

1 の負荷に応じて設定する。

【0064】

また、反応ガスの燃料電池 1 への導入部または燃料電池 1 からの排出部のうち一方の圧力と、燃料電池 1 の運転状態とから、他方の圧力を推定する。ここでは、例えば、反応ガスの燃料電池 1 への導入部の圧力  $P_{Gi}$  と燃料電池 1 の運転状態 ( $\Delta P_G$ ) とから、反応ガスの燃料電池 1 からの排出部の圧力  $P_{Go}$  を推定する。つまり、 $P_{Gi} = P_{Go} + \Delta P_G$ 。これにより、このような推測によりガス出口圧力  $P_{Go}$  を適切な加湿を行うことができる範囲とするための条件を、ガス入口圧力  $P_{Gi}$  で示しているの、入口側の反応ガス圧力のみを制御することで、反応ガス全体の制御を行うことができる。また、測定する必要のある反応ガスを半減することができ、ひいては圧力センサ等の検出手段を半減することができるので、低コスト化することができる。

【0065】

ここで、燃料電池 1 の運転状態を、燃料電池 1 の負荷（目標取り出し電流  $I_t$ ）に基づいた圧力損失  $\Delta P_W$ 、 $\Delta P_G$  とする。これにより、予めオフラインで計測することができるパラメータを使用することができるので、簡単に実施することができる。ここでは、燃料電池 1 の負荷に応じた圧力損失  $T \Delta P_W$ 、 $\Delta P_G$  をパラメータとすることにより、反応ガスおよび加湿水の流れ方向に関する圧力変化を考慮して加湿状態を調整することができる。これにより、ガス流路 115、116 全体に渡って反応ガスの加湿状態を制御することができ、局所的な加湿不足や凝縮水の生成を抑制することができる。

【0066】

また、目標ガス圧力算出手段により、燃料電池 1 からの加湿水の排出部における加湿水の圧力  $P_{W0}$  と、燃料電池 1 の負荷に応じて反応ガスの目標ガス圧力 ( $P_{Gti}$ ) を算出し、バルブ 5、6 により、目標ガス圧力 ( $P_{Gti}$ ) に応じて、燃料電池 1 への反応ガスの導入部における反応ガスの圧力  $P_{Gi}$  を調整する。これにより、反応ガスの圧力を上限値  $P_{Gu}$  と下限値  $P_{Gl}$  との間に精度よく制御することができる。

【0067】

次に、第 2 の実施形態について説明する。燃料電池システムの構成を図 13 に示す。以下、第 1 の実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0068】

ここでは、水素循環流路 14 とエゼクタ 15 を備える。燃料電池 1 から排出された未使用水素を、水素循環流路 14 を通ってエゼクタ 15 を介して水素配管 12 に戻すことで、水素を再度発電に利用する。なお、アノード 1a の圧力調整は、水素配管 12 に備えた水素圧力制御弁 16 により行う。つまり、水素圧力制御弁 16 により、水素供給側と、水素循環流路 14 およびアノード 1a 側との圧力差を制御し、ひいてはアノード 1a の圧力を制御する。

【0069】

さらに、燃料電池 1 を流通する空気、水素、純水の入口と出口の圧力を測定する圧力センサを備える。ここでは、空気の圧力を測定する空気入口圧力センサ 2a と空気出口圧力センサ 2b を備える。また、純水の圧力を測定する純水入口圧力センサ 3b と純水出口圧力センサ 3a を備える。さらに、水素の圧力を測定する水素入口圧力センサ 4a と水素出口圧力センサ 3b を備える。

【0070】

ここで、一般に燃料電池 1 から大きな出力を取り出す場合には、燃料電池 1 に供給するガスの圧力を高く設定する。反対に、出力を小さくする場合には、燃料電池 1 内のガス圧力を小さく設定する。しかしながら、このような構成の燃料電池システムにおいては、燃料電池 1 の出力を急激に下げる際に、以下のような問題を生じる。

【0071】

燃料電池 1 からの出力を下げる場合には、図 9 に示すように、燃料電池 1 の運転圧力を下げることになる。ここでは、水素循環流路 14 を持つ閉鎖系となっているので、アノード 1a 内の圧力を下げるためには、水素圧力制御弁 16 を閉じることにより水素の供給を

停止し、発電を行うことによりアノード1 a内の水素を消費する必要がある。ところが、燃料電池1の出力を下げるということは、アノード1 a内の水素消費量が少なくなることの意味しているので、アノード1 aの内圧低下は非常にゆっくりしたものとなる。これに対して、純水ポンプ7の回転数は、図5に示すようなマップにより設定される。その結果、水素入口圧力センサ4 aで検出される水素入口圧力 $P_{Hi}$ と、純水出口圧力センサ3 aで検出される純水出口圧力 $P_{Wo}$ と、の圧力差が小さくなり、適切な加湿を行うのが難しくなる。言い換えれば、燃料電池1の出力に応じて設定される純水圧力 $P_W$ に対してアノード1 aにおける水素圧力 $P_H$ が大きくなり過ぎる傾向がある。そこで、本実施形態では、ガス圧力 $P_G$ 、特に水素圧力 $P_H$ の変化速度に合わせて、純水流量の変化速度を制限することにより、適切な差圧を維持する。なお、ここでは水素圧力 $P_H$ の変化速度にあわせているが、水素圧力の応答速度、または、酸化剤ガス圧力の応答速度のいずれか遅い方にあわせて純水の変化速度を制限すればよい。

#### 【0072】

燃料電池システムにおける燃料電池1内の空気、水素、純水圧力を制御するコントローラ13の構成を、図14に示す。

#### 【0073】

第1の実施形態と同様の設定を行う、目標ガス圧力設定部13-1、目標水素圧力上限下限設定部13-5、目標空気圧力上限下限設定部13-6、目標水素圧力設定部13-7、目標空気圧力設定部13-8を備える。

#### 【0074】

さらに、水素圧力損失演算部13-10、純水圧力損失演算部13-11、空気圧力損失演算部13-12を備える。ここでは、燃料電池1の入口側、出口側の空気、水素、純水それぞれの圧力を測定する検出手段を備えている。そこで、各圧力損失演算部13-10、13-11、13-12では、入口側の圧力と出口側の圧力差から圧力損失とする。つまり、水素の圧力損失 $\Delta P_H$ を $P_{Hi} - P_{Ho}$ 、純水の圧力損失 $\Delta P_W$ を $P_{Wi} - P_{Wo}$ 、空気の圧力損失 $\Delta P_A$ を $P_{Ai} - P_{Ao}$ とする。

#### 【0075】

さらに目標純水ポンプ回転数設定部13-13を備える。以下、図15のフローチャートを用いて、純水ポンプ7の目標回転数 $R_t$ の設定方法を説明する。本フローは、目標取り出し電流 $I_t$ の変化が検知されたら開始する。

#### 【0076】

ステップS200において、図示しない取り出し電流設定部の出力である取り出し電流 $I_t$ を読み込む。ステップS210において、目標取り出し電流 $I_t$ と図5に示すようなマップを用いて目標純水ポンプ回転数 $R_{t1}$ を算出する。次にステップS220において、目標取り出し電流 $I_t$ が増加方向か減少方向かを判断する。例えば、今回と前回の目標取り出し電流 $I_t$ の差 $\Delta I_t (= I_t[\text{今回}] - I_t[\text{前回}])$ が0以上の場合には増加方向に、0より小さい場合には減少方向に変化したと判断する。取り出し電流 $I_t$ が減少方向に変化したと判断される場合には、ステップS230に進み、現在の純水ポンプ7の回転数 $R$ を読み込む。次に、ステップS240において、目標純水ポンプ回転数 $R_t$ を算出する。ここでは、現在の純水ポンプ回転数 $R$ から所定値 $\Delta R$ を減じた値 $(R - \Delta R)$ を目標純水ポンプ回転数 $R_t$ とする。なお、所定値 $\Delta R$ は、例えば、最小負荷時のアノード1 aの圧力低下速度に合わせて設定される。ここではアノード1 aの圧力低下速度が大きい場合には、 $\Delta R$ を大きく、言い換えれば、純水圧力の減少速度を大きく設定する。

#### 【0077】

次に、ステップS250において、ステップS240で設定した目標純水ポンプ回転数 $R_t$ がステップS210で求めた目標取り出し電流 $I_t$ に基づいて設定される目標純水ポンプ回転 $R_{t1}$ であるか否かを判断する。ここでは、 $R_{t1} < R_t$ か否かを判断する。 $R_{t1} < R_t$ の場合には、純水ポンプ7の回転数は、目標取り出し電流 $I_t$ に応じた回転数まで低減されていないと判断できるので、ステップS260において所定時間待機してから、ステップS240に戻り、再び目標純水ポンプ回転数 $R_t$ を設定する。一方、ステップS25

0において、 $R_{t1} < R_t$ ではない、つまり、純水ポンプ7の回転数を目標取り出し電流  $I_t$  に応じた回転数まで低減することができたと判断されたら、本フローを終了する。

【0078】

一方、ステップS220において、目標取り出し電流  $I_t$  が増加方向に変化していると判断されたら、ステップS270に進む。ステップS270では、目標純水ポンプ回転数  $R_t$  を、ステップS210で求めた目標純水ポンプ回転数  $R_{t1}$  に設定する。

【0079】

このように制御することにより、燃料電池1の出力が低減した場合にも、純水と水素の圧力差を適切に維持することができる。

【0080】

なお、水素および空気の圧力設定方法は、第1の実施形態と同様とする。このとき、反応ガス圧力を所定時間毎に設定することにより、純水流量の変化に応じて反応ガス圧力を設定することができる。または、純水流量の低減を行っている間に、加湿水の過剰または不足による発電効率の低下が起こらないと推測される場合には、純水ポンプ7の回転数  $R$  を目標純水ポンプ回転数  $R_{t1}$  に設定した後、反応ガスの圧力設定を行っても良い。

【0081】

さらに、図15に示したフローでは、フロー実行中に目標取り出し電流  $I_t$  の変化が生じたら、フローを中止して、新たにステップS200からフローを再開するのが好ましい。

【0082】

次に、本実施形態の効果について説明する。以下、第1の実施形態と異なる効果のみを説明する。

【0083】

加湿水の流量を燃料電池1の負荷(目標取り出し電流  $I_t$ )に応じて制御する純水ポンプ7と、燃料電池1の負荷に応じた反応ガス圧力の変化速度に応じて、加湿水の流量変化に制限を加える加湿水変動制限手段(S240、S250、S260)と、を備える。ここでは、加湿水流量の変化速度を、水素圧力の応答速度、または、酸化剤ガス圧力の応答速度のいずれか遅い方に合わせて設定する。これにより、広範囲の圧力条件で動作する燃料電池1であっても、加湿度合いを良好に維持することができる。

【0084】

なお、上記実施の形態においては、加湿水により水素および空気を加湿しているが、この限りではない。例えば、水素のみを加湿する燃料電池にも適用することができる。

【0085】

このように、本発明は上記実施の形態に限定されるわけではなく、特許請求の範囲に記載の技術思想の範囲内で様々な変更が為し得ることは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0086】

固体高分子電解質型燃料電池における内部加湿手段として適用することができる。また、ガス流路中の反応ガス漏れを防ぐシール機能に適用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】第1の実施形態に用いる燃料電池システムの概略構成図である。

【図2】第1の実施形態に用いる燃料電池の一部の拡大図である。

【図3】第1の実施形態に用いる燃料電池の純水流路を中心に拡大した図である。

【図4】第1の実施形態に用いるコントローラにおける制御ブロック図である。

【図5】取り出し電流に対する目標純水ポンプ回転数を示すマップである。

【図6】第1の実施形態におけるガス圧力制御のメインルーチンである。

【図7】第1の実施形態における水素圧力設定方法を示すサブルーチンである。

【図8】第1の実施形態における空気圧力設定方法を示すサブルーチンである。

【図9】取り出し電流に対する目標ガス圧力を示すマップである。

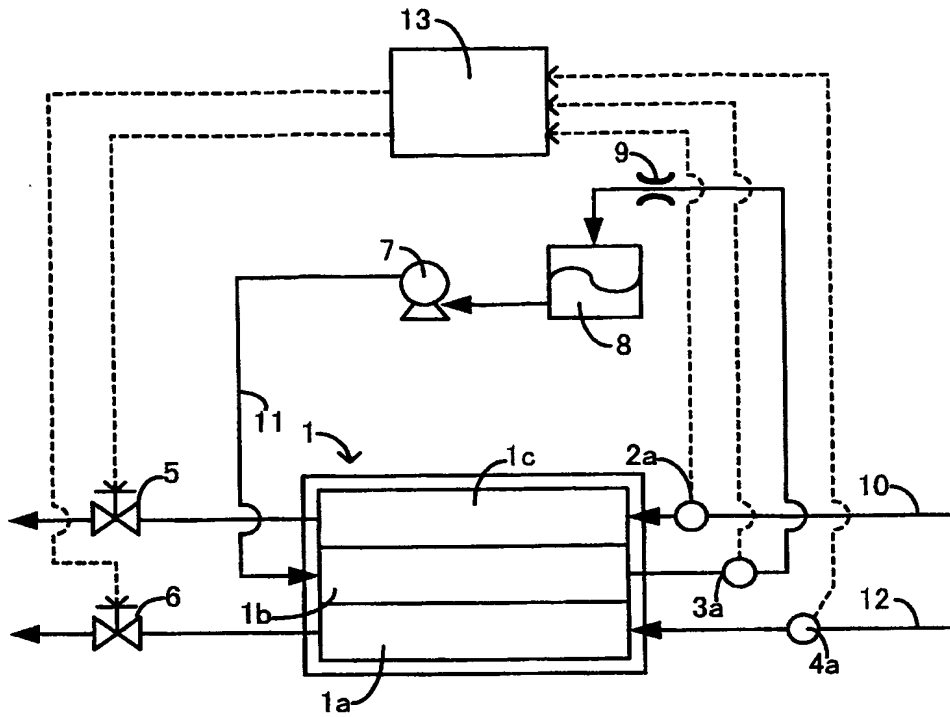
- 【図 1 0】 取り出し電流に対する水素の圧力損失を示すマップである。  
【図 1 1】 取り出し電流に対する純水の圧力損失を示すマップである。  
【図 1 2】 取り出し電流に対する空気の圧力損失を示すマップである。  
【図 1 3】 第 2 の実施形態に用いる燃料電池システムの概略構成図である。  
【図 1 4】 第 2 の実施形態に用いるコントローラにおける制御ブロック図である。  
【図 1 5】 第 2 の実施形態における純水ポンプ回転数制御のフローチャートである。

## 【符号の説明】

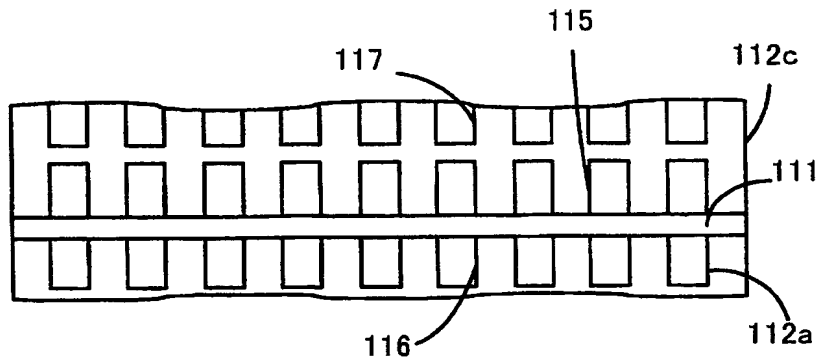
## 【 0 0 8 8 】

- 1 燃料電池
- 2 a 空気入口圧力センサ (ガス圧力検出手段)
- 3 a 純水出口圧力センサ (加湿水圧力検出手段)
- 4 a 水素入口圧力センサ (ガス圧力検出手段)
- 5 空気圧力制御弁 (ガス圧力調整手段)
- 6 水素圧力制御弁 (ガス圧力調整手段)
- 7 純水ポンプ (加湿水流量調整手段)
- 1 3 - 5 目標水素圧上限下限設定部 (目標ガス圧力制限手段)
- 1 3 - 6 目標空気圧上限下限設定部 (目標ガス圧力制限手段)
- 1 3 - 7 目標水素圧設定部 (目標ガス圧力算出手段)
- 1 3 - 8 目標空気圧設定部 (目標ガス圧力算出手段)
- 1 1 1 膜電極接合体 (電極層)
- 1 1 2 加湿水透過体 (多孔湿体)
- 1 1 5 空気流路
- 1 1 6 水素流路
- 1 1 7 純水流路
- S 2 4 0 ~ S 2 6 0 加湿水変動制限手段

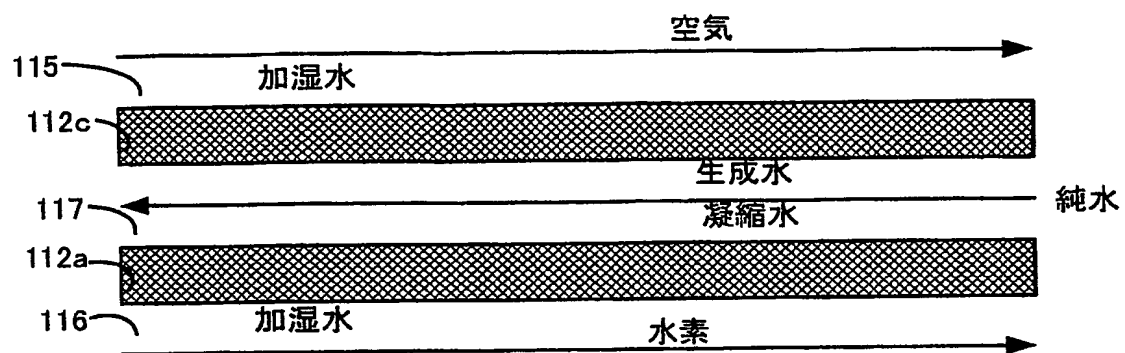
【書類名】 図面  
【図 1】



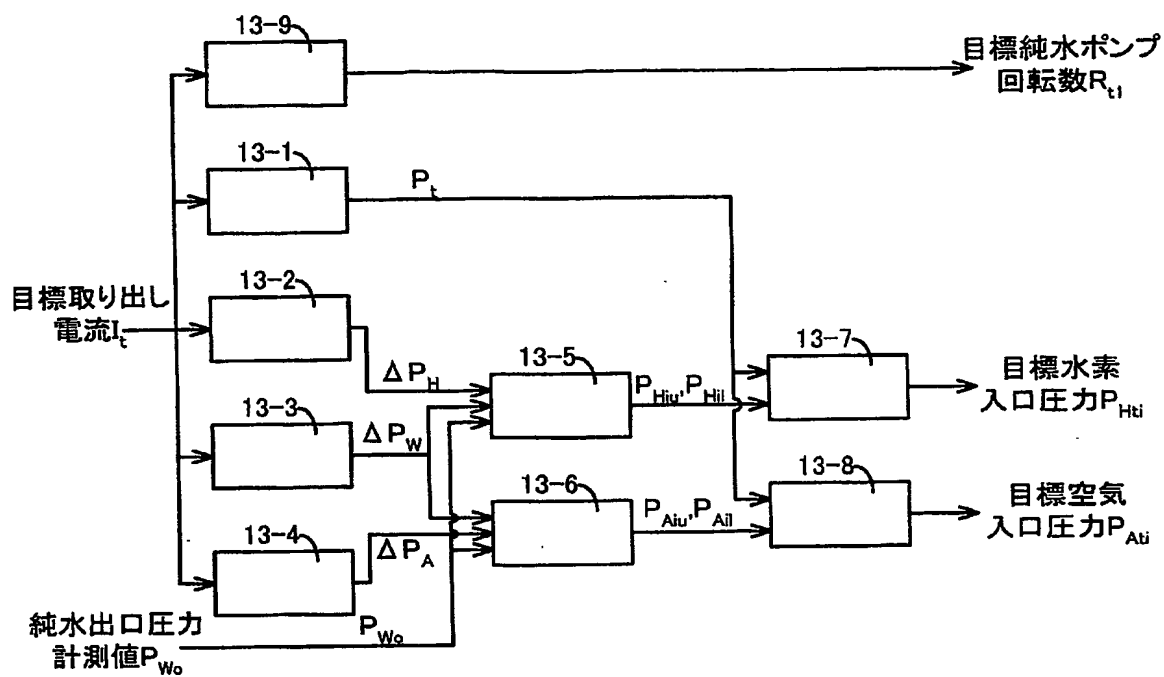
【図 2】



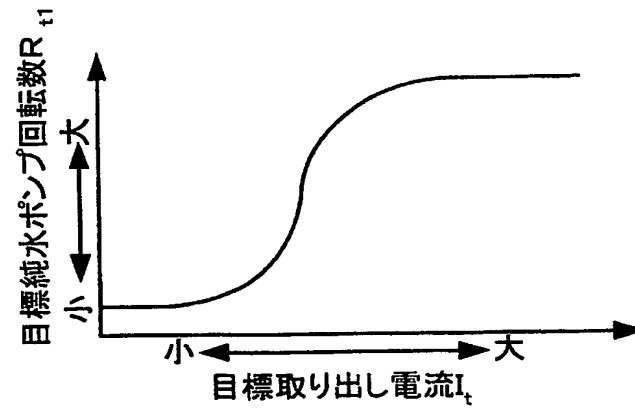
【図 3】



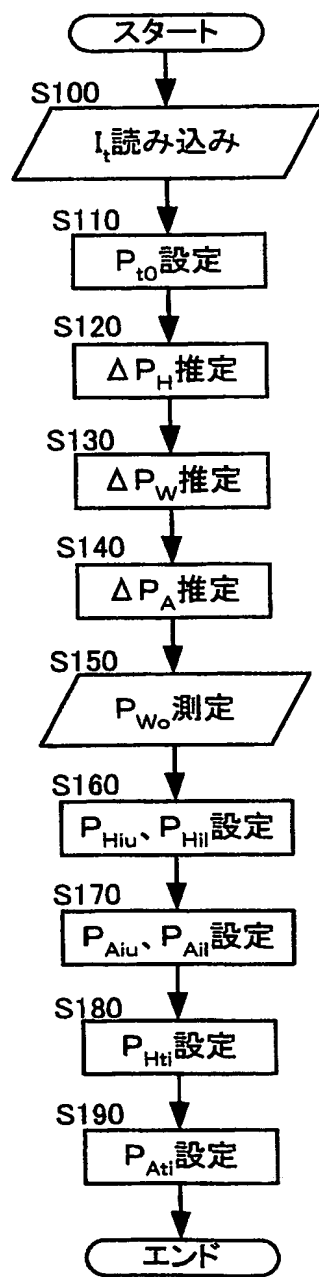
【図 4】



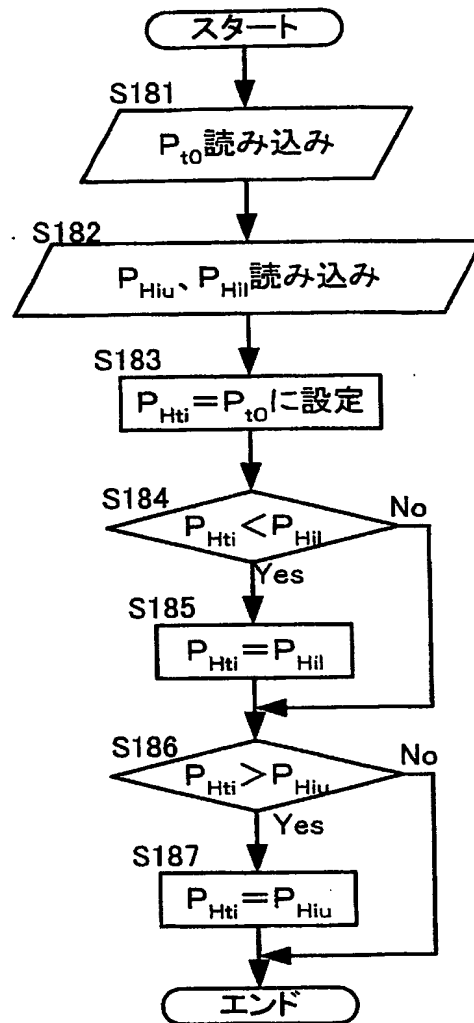
【図 5】



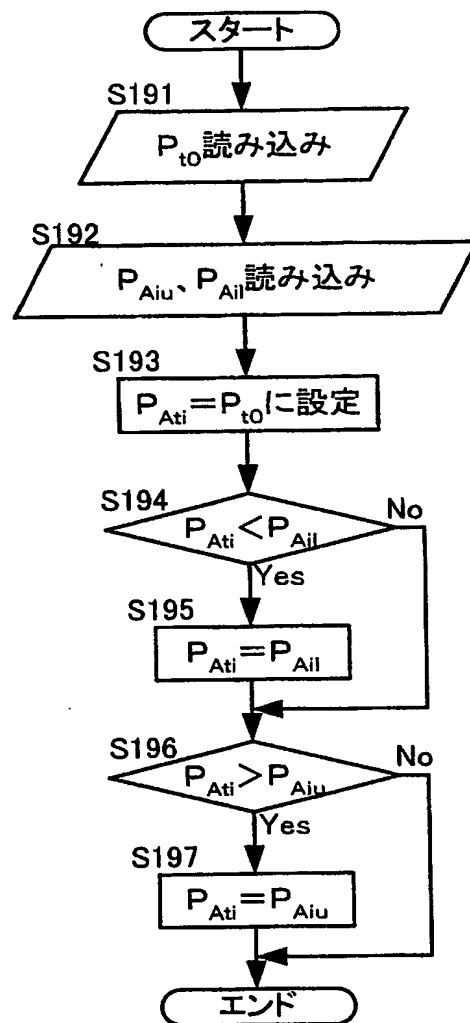
【図 6】



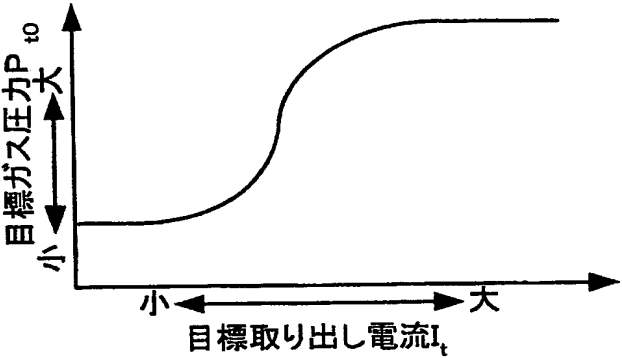
【図 7】



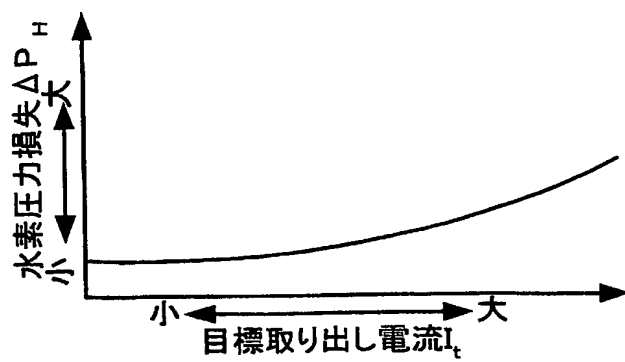
【図 8】



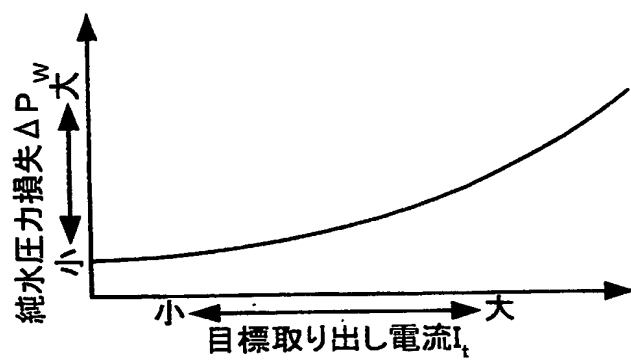
【図 9】



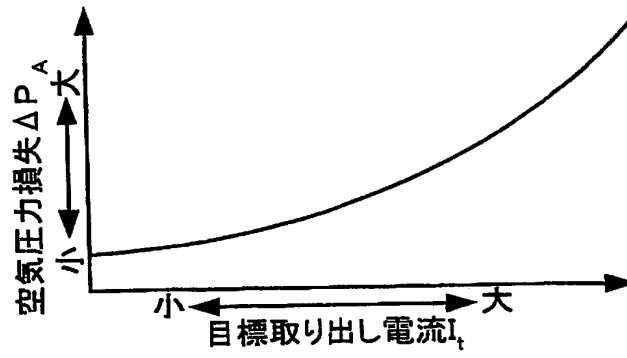
【図 10】



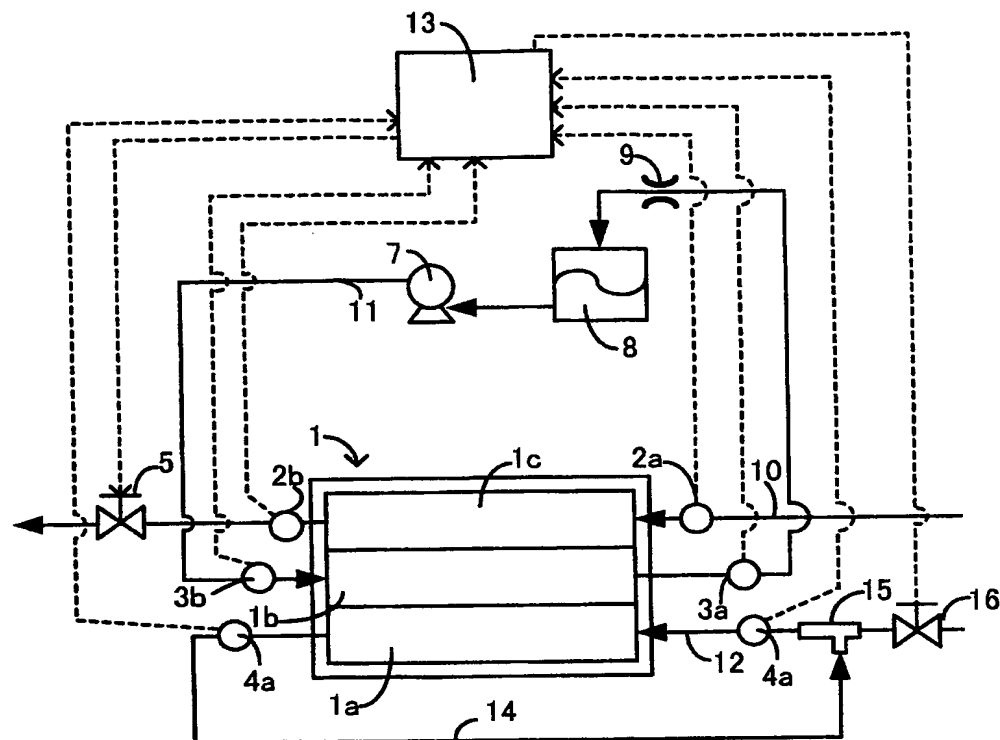
【図 11】



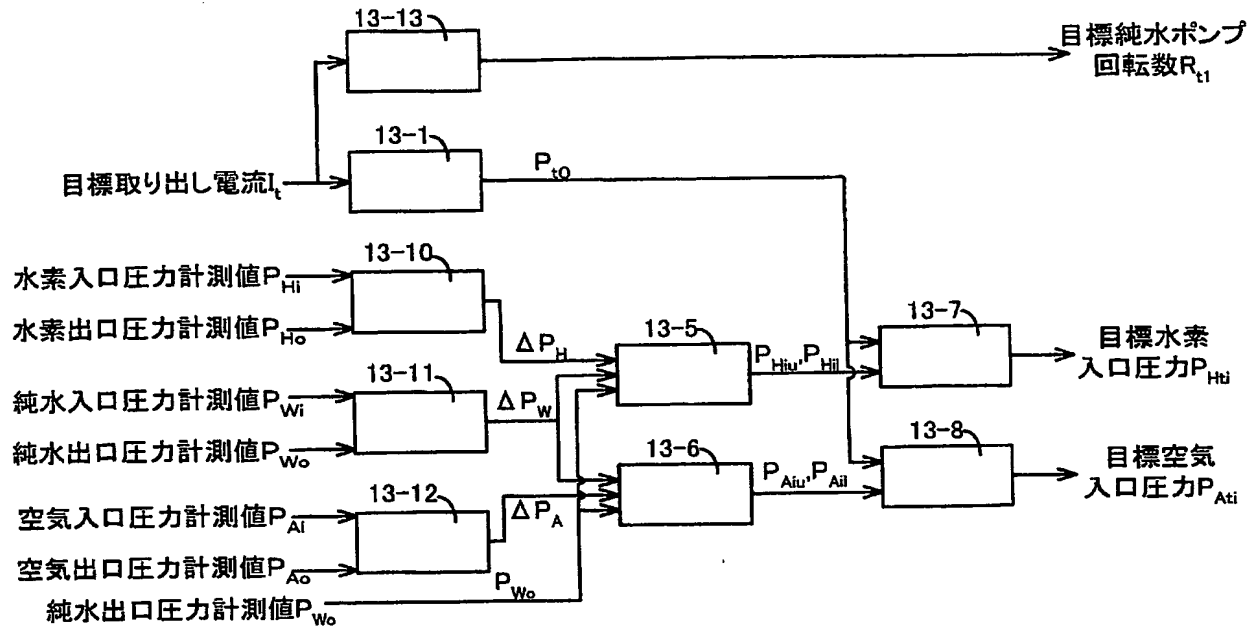
【図 12】



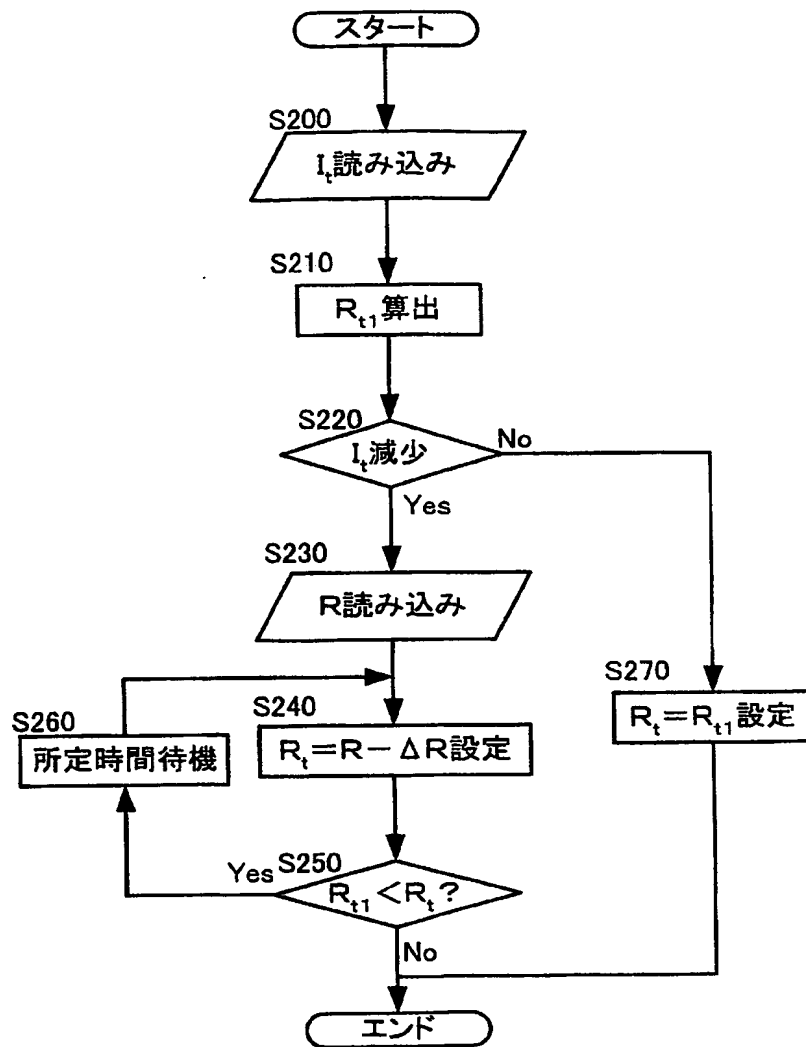
【図 13】



【図 14】



【図 15】



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 反応ガスの加湿を適切に行うことができる内部加湿型の燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 膜電極接合体 111 と、膜電極接合体 111 に対峙する面にガス流路 115、116 を有し、膜電極接合体 111 を外側から挟持する導電性の加湿水透過体 112 と、加湿水透過体 112 を介してガス流路 115、116 を流通する反応ガスを加湿する純水を流通する純水流路 117 と、を有する燃料電池 1 を備える。さらに、燃料電池 1 への加湿水の導入部または排出部の少なくとも一方における加湿水の圧力を検出する純水出口圧力センサ 3a を備える。燃料電池 1 の負荷と、純水出口圧力センサ 3a の出力に応じて反応ガスの目標ガス圧力  $P_{Gti}$  を算出する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 1 4 2 8 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 9 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社